

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 7月24日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-214628

[ ST.10/C ]:

[ JP2002-214628 ]

出 願 人

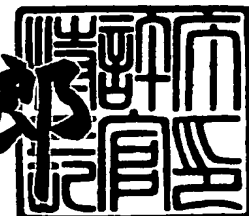
Applicant(s):

東京エレクトロン株式会社

2003年 5月23日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3038700

【書類名】 特許願

【整理番号】 JP022167

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 21/302  
H01L 21/3065

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目 3 番 6 号 T B S 放送センター  
東京エレクトロン株式会社内

【氏名】 布瀬 暁志

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目 3 番 6 号 T B S 放送センター  
東京エレクトロン株式会社内

【氏名】 藤本 究

【特許出願人】

【識別番号】 000219967

【氏名又は名称】 東京エレクトロン株式会社

【代理人】

【識別番号】 100099944

【弁理士】

【氏名又は名称】 高山 宏志

【電話番号】 045-477-3234

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 062617

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9606708

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 プラズマエッチング方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 被処理体を収容した処理容器内に  $C_2F_4$  を含む処理ガスを導入し、この処理ガスをプラズマ化して、前記被処理体中のエッチング対象層を、このエッチング対象層を覆う  $ArF$  フォトリソマスク層のパターン開口を介して、プラズマエッチングすることを特徴とするプラズマエッチング方法。

【請求項 2】 前記エッチング対象層は、炭素含有層であることを特徴とする請求項 1 に記載のプラズマエッチング方法。

【請求項 3】 前記エッチング対象層は、有機層であることを特徴とする請求項 1 に記載のプラズマエッチング方法。

【請求項 4】 被処理体を収容した処理容器内に  $C_2F_4$  と  $O_2$  とを含む処理ガスを導入し、この処理ガスをプラズマ化して、前記被処理体中のエッチング対象層を、このエッチング対象層を覆うマスク層のパターン開口を介して、プラズマエッチングすることを特徴とするプラズマエッチング方法。

【請求項 5】 前記マスク層は、フォトリソマスク層であることを特徴とする請求項 4 に記載のプラズマエッチング方法。

【請求項 6】 前記エッチング対象層は、反射防止層であることを特徴とする請求項 5 に記載のプラズマエッチング方法。

【請求項 7】 前記エッチング対象層は、炭素含有層であることを特徴とする請求項 4 から請求項 6 のいずれか 1 項に記載のプラズマエッチング方法。

【請求項 8】 前記エッチング対象層は、有機層であることを特徴とする請求項 4 から請求項 6 のいずれか 1 項に記載のプラズマエッチング方法。

【請求項 9】 前記フォトリソマスク層は、 $ArF$  フォトリソマスク層であることを特徴とする請求項 5 から請求項 8 のいずれか 1 項に記載のプラズマエッチング方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体装置の製造工程でなされるプラズマエッチング方法に関する。

#### 【0002】

##### 【従来の技術】

被処理体（例えば、半導体ウエハ）中のエッチング対象層（例えば、 $\text{SiO}_2$ 層）を直接フォトリソマスク層で覆うと、その後のフォトリソマスク層を露光・現像してパターン開口を形成する工程で、パターン開口の設計寸法精度が落ちてしまう。このため、エッチング対象層とフォトリソマスク層の間に反射防止層（例えば、アモルファスカーボン層）を挿入している。

#### 【0003】

一方、近年の微細加工の要求に対応して、約 $0.13\mu\text{m}$ 以下のパターン開口を形成するのに適したArFフォトリソ（ArFガスを発光源としたエキシマレーザー光で露光するフォトリソ）がマスクに用いられている。

#### 【0004】

しかしながら、ArFフォトリソマスク層は耐プラズマ性が低いため、ArFフォトリソマスク層のパターン開口を介して反射防止層やエッチング対象層をエッチングすると、エッチングガスのプラズマによりArFフォトリソマスク層の表面の平滑性が破壊される「表面荒れ」が生じてしまう。この表面荒れはエッチングとともに進行し、パターン開口の形状が変化して、所望の開口形状のエッチングホールを形成することができなくなる。また、エッチング途中で、ArFフォトリソマスク層がなくなる箇所ができ、本来エッチングしたくない箇所もエッチングされるという不都合もある。

#### 【0005】

以上のようなArFフォトリソマスク層の「表面荒れ」は、エッチングガスとして $\text{CF}_4$ を用いることで抑えることができ、しかも $\text{CF}_4$ によりエッチング対象層である反射防止層をArFフォトリソマスク層に対して良好な選択比でエッチングすることができる。

#### 【0006】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、 $\text{CF}_4$  のプラズマで反射防止層をエッチングした場合、エッチングレートが低いという新たな問題が生じる。

## 【0007】

本発明はかかる事情に鑑みてなされたものであって、その目的は、 $\text{ArF}$  フォトリソレジストマスク層等のマスク層の表面荒れを抑えながら、かつ良好なエッチング選択比を維持しながら、大きなエッチングレートで反射防止層等のエッチング対象層をエッチングすることができるプラズマエッチング方法を提供することにある。

## 【0008】

## 【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するための第1の発明は、被処理体を収容した処理容器内に $\text{C}_2\text{F}_4$  を含む処理ガスを導入し、この処理ガスをプラズマ化して、前記被処理体中のエッチング対象層を、このエッチング対象層を覆う $\text{ArF}$  フォトリソレジストマスク層のパターン開口を介して、プラズマエッチングすることを特徴とするプラズマエッチング方法である。

## 【0009】

このように、 $\text{C}_2\text{F}_4$  を含む処理ガスのプラズマでエッチングすることにより、 $\text{ArF}$  フォトリソレジストマスク層の表面荒れを抑え、かつエッチング対象層の $\text{ArF}$  フォトリソレジストマスク層に対する選択比を高く維持するとともに、エッチングレートを大きくすることができる。エッチング対象層としては、炭素含有層や有機層を使用することができる。

## 【0010】

また、第2の発明は、被処理体を収容した処理容器内に $\text{C}_2\text{F}_4$  と $\text{O}_2$  とを含む処理ガスを導入し、この処理ガスをプラズマ化して、前記被処理体中のエッチング対象層を、このエッチング対象層を覆うマスク層のパターン開口を介して、プラズマエッチングすることを特徴とするプラズマエッチング方法である。

## 【0011】

このように、 $\text{C}_2\text{F}_4$  と $\text{O}_2$  とを含む処理ガスのプラズマでエッチングすることにより、マスク層の表面荒れを抑え、かつエッチング対象層のマスク層に対す

る選択比を高く維持するとともに、エッチングレートを大きくすることができる。マスク層は、フォトリジストマスク層、特にA r Fフォトリジストマスク層であることが好ましい。また、エッチング対象層としては反射防止層を挙げることができ、さらには炭素含有層または有機層とすることができる。

#### 【0012】

##### 【発明の実施の形態】

以下、添付図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。

図1は、本発明が実施されるプラズマエッチング装置1を示す断面図である。処理容器2は金属、例えば、表面が酸化処理されたアルミニウムにより形成されていて、保安接地されている。処理容器2内の底部には絶縁体3を介して、平行平板電極の下部電極として機能するサセプタ5が設けられている。このサセプタ5には、ハイパスフィルタ（H P F）6が接続されている。サセプタ5の上には静電チャック11が設けられ、その上には半導体ウエハ等の被処理体Wが載置されている。静電チャック11は、絶縁体間に電極12が介在された構成をしており、電極12に接続された直流電源13を印加することにより、クーロン力で被処理体Wを静電吸着する。そして、被処理体Wを囲むようにフォーカスリング15が配置されている。このフォーカスリング15はS i やS i O<sub>2</sub>等からなり、エッチングの均一性を向上させている。

#### 【0013】

また、サセプタ5の上方には、サセプタ5と対向して上部電極21が設けられている。この上部電極21は、絶縁体22を介して処理容器2の上部に支持されていて、シャワーヘッド状の電極板24と、この電極板24を支持する支持体25とから構成される。

#### 【0014】

支持体25の中央にはガス導入口26が設けられ、このガス導入口26には、順に、ガス供給管27、バルブ28、マスフローコントローラ29、処理ガス供給源30が接続されている。この処理ガス供給源30からは、処理ガスとしてC<sub>2</sub>F<sub>4</sub>を含有するガスが供給される。このC<sub>2</sub>F<sub>4</sub>を含有するガスとしては、C<sub>2</sub>F<sub>4</sub>とO<sub>2</sub>とを含むガスを挙げることができる。処理ガスにはさらに他のガス

が含まれていてもよい。

【0015】

一方、処理容器2の底部には排気管31が接続されており、この排気管31には排気装置35が接続されている。また、処理容器2の側壁にはゲートバルブ32が設けられており、ゲートバルブ32を開にした状態で、隣接するロードロック室（図示せず）との間で被処理体Wが搬送されるようになっている。

【0016】

上部電極21には、ローパスフィルタ（LPF）42と、整合器41を介してプラズマ生成用の第1の高周波電源40とがそれぞれ接続されている。下部電極であるサセプタ5には、整合器51を介してイオン引き込み用の第2の高周波電源50が接続されている。

【0017】

次に、上記プラズマエッチング装置1を用いて、ArFフォトリソマスク層のパターン開口を介してプラズマエッチングする工程について説明する。

【0018】

図2は、エッチングに供される被処理体Wの構造を示す断面図である。被処理体Wは、 $\text{SiO}_2$ 層61を有し、その上に反射防止層62を有し、さらにその上にパターン開口64を有するArFフォトリソマスク層63を有している。そして、ArFフォトリソマスク層63のパターン開口64を介して反射防止層62がプラズマエッチングされる。

【0019】

ここで、ArFフォトリソマスク層63としては、脂環族含有アクリル樹脂、シクロオレフィン樹脂、シクロオレフィン-無水マレイン酸樹脂等を使用することができる。また、反射防止層62としては、無機系のものでも、有機系のものでも使用可能であり、例えば炭素含有材料であるアモルファスカーボン等を使用することができる。

【0020】

エッチングに際しては、まず、ゲートバルブ32を開放して、被処理体Wを処理容器2内に搬入し、静電チャック11上に載置する。次いで、ゲートバルブ3



2を閉じ、排気装置35によって処理容器2内を減圧した後、バルブ28を開放し、処理ガス供給源30から上記処理ガス、例えば $C_2F_4$ と、 $O_2$ とを供給し、処理容器2内の圧力を所定の値とする。

【0021】

この状態で、上部電極21と下部電極であるサセプタ5に高周波電源を印加し、処理ガスをプラズマ化して被処理体W中の反射防止層62をArFフォトリソマスク層63のパターン開口64を介してエッチングする。一方、上下電極に高周波電力を印加するタイミングの前後に、直流電圧を静電チャック11内の電極12に印加して、被処理体Wを静電チャック11上に静電吸着する。

【0022】

エッチング中に、所定の発光強度を終点検出器（図示せず）によって検出し、これに基づいてエッチングを終了する。

【0023】

本実施形態では、このように $C_2F_4$ を含む処理ガス、具体的には $C_2F_4$ と $O_2$ とを含む処理ガスを用いて、ArFフォトリソマスク層63を介して反射防止層62をエッチングすることにより、ArFフォトリソマスク層63の表面荒れを抑え、反射防止層のArFフォトリソマスク層に対する選択比を高く維持するとともに、反射防止層62のエッチングレートを大きくすることができる。

【0024】

なお、本発明は上記実施の形態に限定されることなく種々変形可能である。例えば、エッチング対象層として反射防止層の場合を示したが、これに限らず他の層をエッチングする場合であってもよい。また、 $C_2F_4$ を含有する処理ガスとしては、 $C_2F_4$ と $O_2$ とを含むものに限らない。さらに、 $C_2F_4$ と $O_2$ とを含む処理ガスを用いた場合には、マスク層としては、ArFフォトリソマスク層に限らず、他のフォトリソマスク層、さらには、非レジストマスク層を用いることもできる。また、エッチング装置の構成も図1のものに限るものではない。

【0025】

## 【実施例】

以下、本発明の実施例について比較例と比較しながら説明する。

まず、実施例の条件は次の通りとした。すなわち、処理容器内圧力を 1.33 Pa (10 mTorr) と 6.66 Pa (50 mTorr) にし、処理ガスの  $C_2F_4$  と  $O_2$  の流量比を  $C_2F_4 : O_2 = 5 : 2, 3 : 2, 5 : 4, 1 : 1, 3 : 4$  にし、上部電極には周波数 60 MHz の高周波電力を 600、1000、1400 W で、下部電極には周波数 2 MHz の高周波電力を 100 W で印加した。

## 【0026】

一方、比較例の条件は次の通りとした。すなわち、処理容器内圧力を 6.66 Pa (50 mTorr) にし、処理ガスを  $CF_4$  とし、上部電極には周波数 60 MHz の高周波電力を 1000 W で、下部電極には周波数 2 MHz の高周波電力を 100 W で印加した。

## 【0027】

このような条件でエッチングを行ったところ、反射防止層の ArF フォトリソレジストマスク層に対する選択比（反射防止層のエッチングレート / ArF フォトリソレジストマスク層のエッチングレート）は、実施例と比較例であまり変わらなかったが、反射防止層のエッチングレートは、実施例では比較例の 1.2 ~ 3.6 倍となった。また、比較例のみならず実施例においても、ArF フォトリソレジストマスク層の表面荒れは発生しなかった。このことから、実施例により ArF フォトリソレジストマスク層の表面荒れを生じさせずに、高エッチングレートで反射防止膜をエッチングできることが確認された。

## 【0028】

## 【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、エッチング対象層を ArF フォトリソレジストマスク層のパターン開口を介して  $C_2F_4$  を含む処理ガスのプラズマでエッチングすることにより、処理ガスとして  $CF_4$  を使用したときと同様、ArF フォトリソレジストマスク層の表面荒れを抑制し、かつエッチング対象層の ArF フォトリソレジストマスク層に対する選択比を高く維持したまま、エッチング対象層のエッチングレートを上昇させることができる。

【 0 0 2 9 】

また、本発明によれば、エッチング対象層をマスク層のパターン開口を介して  $C_2F_4$  と  $O_2$  とを含む処理ガスのプラズマでエッチングすることにより、マスク層の表面荒れを抑制し、かつエッチング対象層のマスク層に対する選択比を高く維持したまま、エッチング対象層のエッチングレートを上昇させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施に用いられるプラズマエッチング装置の概略断面図。

【図 2】

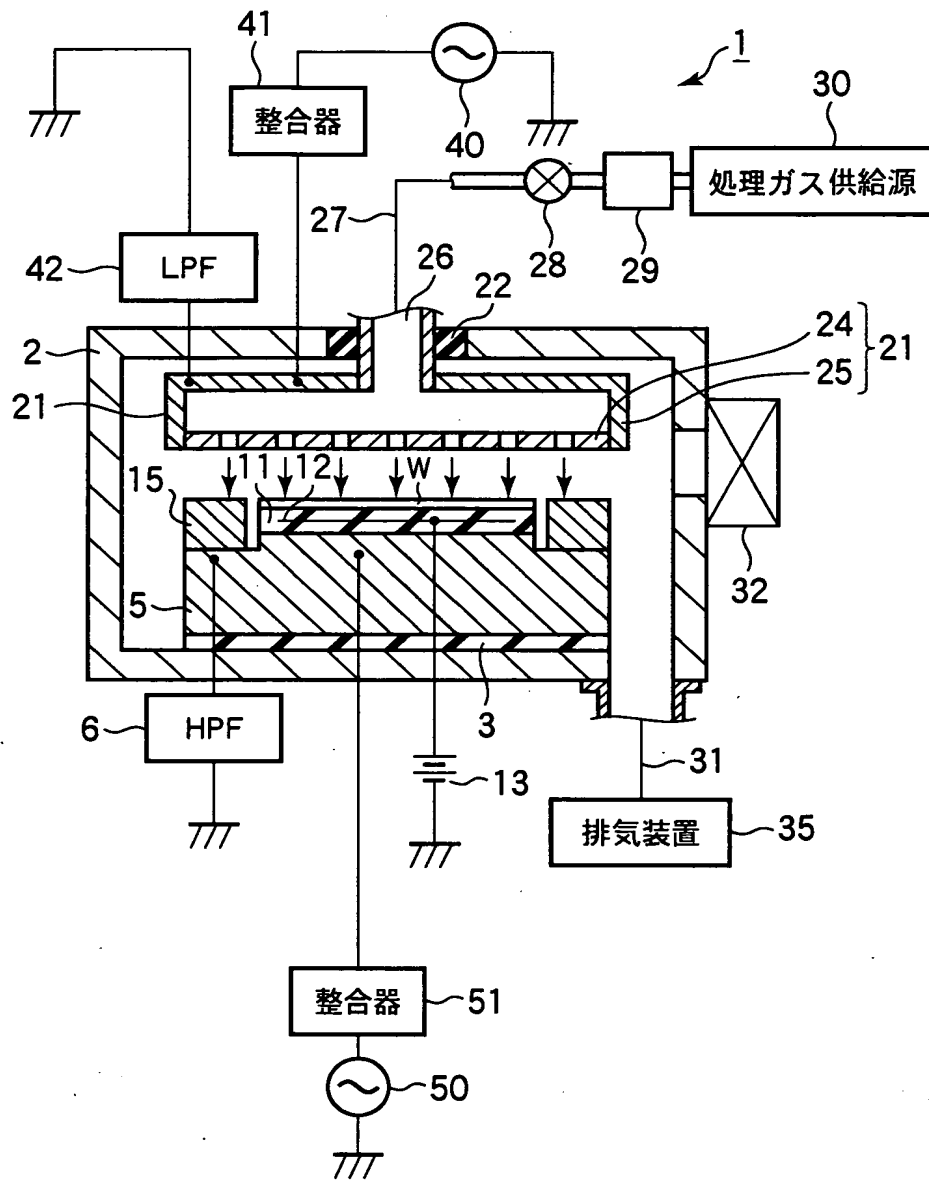
被処理体のエッチング対象部を模式的に示す断面図。

【符号の説明】

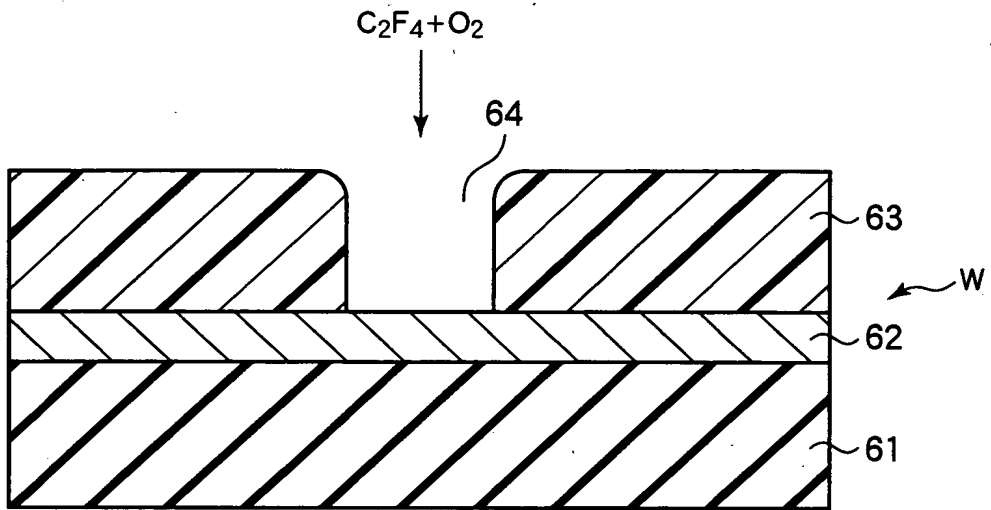
- 1 : プラズマエッチング装置
- 5 ; サセプタ
- 2 1 ; 上部電極
- 3 0 ; 処理ガス供給源
- 4 0 , 5 0 ; 高周波電源
- 6 2 ; 反射防止層
- 6 3 ;  $ArF$  フォトレジストマスク層
- W : 被処理体

【書類名】 図面

【図 1】



【図 2】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 マスク層の表面荒れを抑えながら、かつ良好なエッチング選択比を維持しながら、大きなエッチングレートでエッチング対象層をエッチングすることができるプラズマエッチング方法を提供すること。

【解決手段】 被処理体Wを収容した処理容器内に $C_2F_4$ を含む処理ガスを導入し、この処理ガスをプラズマ化して、被処理体W中のエッチング対象層62を、このエッチング対象層62を覆うArFフォトリソマスク層63のパターン開口64を介して、プラズマエッチングする。

【選択図】 図2

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2002-214628
受付番号	50201084009
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0094
作成日	平成14年 7月25日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成14年 7月24日
-------	-------------

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000219967]

1. 変更年月日 1994年 9月 5日  
[変更理由] 住所変更  
住 所 東京都港区赤坂5丁目3番6号  
氏 名 東京エレクトロン株式会社
2. 変更年月日 2003年 4月 2日  
[変更理由] 住所変更  
住 所 東京都港区赤坂五丁目3番6号  
氏 名 東京エレクトロン株式会社